

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-132861

(43)Date of publication of application : 18.05.2001

(51)Int.Cl. F16K 21/00  
B81B 7/00  
F16K 31/00  
// F16K 25/00

(21)Application number : 11-314980 (71)Applicant : EBARA CORP

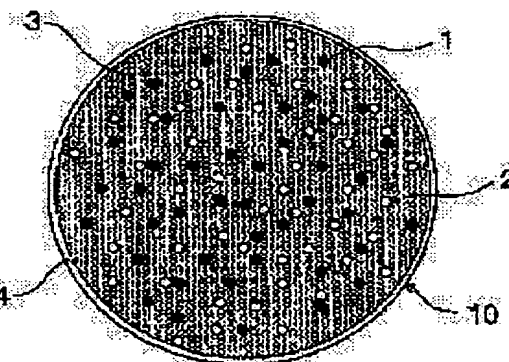
(22)Date of filing : 05.11.1999 (72)Inventor : O CHIKAAKI  
KA AKIHIRO  
HIYAMA HIROKUNI

## (54) MICRO VALVE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a micro valve with a simple structure, easily controllable, replaceable and repairable as a flow control element for a fine passage of a micro machine or the like.

**SOLUTION:** This micro valve comprises a fine passage 8 and a micro valve element 10 disposed in the passage 8 to open or block passage 8. The micro valve element 10 contains a colloidal solution with electrically polarizable ferromagnetic ultra-fine particles 1 and diamagnetic ultra-fine particles 2 dispersed, in a micro capsule 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.12.2003

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-132861  
(P2001-132861A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

F 1 6 K 21/00

F 1 6 K 21/00

3 H 0 6 2

B 8 1 B 7/00

B 8 1 B 7/00

F 1 6 K 31/00

F 1 6 K 31/00

// F 1 6 K 25/00

25/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平11-314980

(22) 出願日

平成11年11月5日 (1999.11.5)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 王 新明

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 賈 明洋

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株

式会社荏原総合研究所内

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇 (外1名)

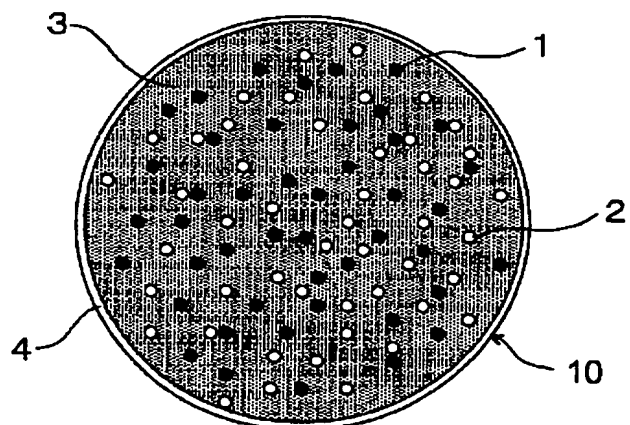
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小バルブ

(57) 【要約】

【課題】 マイクロマシン等の微細流路用の流量制御素子として、構造が簡単で且つ制御が容易であり、更に交換修理も可能な微小バルブを提供する。

【解決手段】 微細流路8と、流路内に配置され流路を開放又は閉塞する微小弁体10とからなり、微小弁体10は、電気分極性を有する強磁性超微粒子1及び反磁性超微粒子2とを分散させたコロイド溶液を、微小カプセル4に内包したものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微細流路と、該流路内に配置され該流路を開放又は閉塞する微小弁体とからなり、該微小弁体は、電気分極性を有する強磁性超微粒子及び反磁性超微粒子とを分散させたコロイド溶液を、微小カプセルに内包したものであることを特徴とする微小バルブ。

【請求項2】 前記微小カプセルは、磁場の印加により前記強磁性超微粒子が磁極側に吸い寄せられ、前記反磁性超微粒子がその反対側に吸い寄せられて、変形することを特徴とする請求項1に記載の微小バルブ。

【請求項3】 前記微小弁体は、印加する磁場の方向及び大きさの変化によって、その形状又は向きが制御されることを特徴とする請求項1に記載の微小バルブ。

【請求項4】 前記微小カプセルは、電場の印加により内部の溶液の見掛け粘度又はずり応力を増強させ、該カプセルの形状を固形化することを特徴とする請求項1に記載の微小バルブ。

【請求項5】 微細流路と、該流路中に設けられたバルブ室と、該バルブ室内に配置された電気分極性を有する強磁性超微粒子と反磁性超微粒子とを分散させたコロイド溶液を内包した微小カプセルからなる微小弁体と、該微小弁体の近傍に配置された磁場を調整可能な磁極と電場を調整可能な電極とを備え、前記磁場及び電場の調整により前記微小弁体を前記バルブ室に設けられた凹状部内に収納して前記流路を開放し、又前記微小弁体を前記流路中に拡大して前記流路を閉塞することを特徴とする微小バルブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、微小バルブに係り、特に $\mu\text{m}$ 又は $\text{nm}$ 程度の微小サイズの流路に配置され、該流路を開放又は閉塞し、或いは流路中に流れる流体の流量を調整する微小バルブに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 マイクロマシンでは、上記 $\mu\text{m}$ 又は $\text{nm}$ オーダの微細流路に液体を流通する場合があり、このような流路に流体を流通させ、又は遮断し、或いはその流量を調整するバルブが必要となっている。特に、薬品試験、血液分析、DNA解析用マルチチャンネル、超小型燃料電池用ガス流路、超小型ガスクロマトグラフィーのガス流路等においては、極微細な流路中に流れる流体を高精度で制御可能な極微小のバルブが必要とされている。

【0003】 ところで、電磁力を用いたバルブとして、従来広く電磁弁が用いられている。しかしながら、電磁弁は弁体を電磁力で開閉するため、内部構造が複雑となり、 $\mu\text{m}$ 又は $\text{nm}$ オーダの構造の流路には不適合である。一方で、圧電素子や圧縮空気駆動のアクチュエータを用いたバルブがあるが、流路の微細化に伴って、伸縮距離の範囲が極めて短くなって、その調整が困難である

という問題がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上述した事情に鑑みて為されたもので、マイクロマシン等の微細流路用の流量制御素子として、構造が簡単で且つ制御が容易であり、更に交換修理も可能な微小バルブを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、微細流路と、該流路内に配置され該流路を開放又は閉塞する微小弁体とからなり、該微小弁体は、電気分極性を有する強磁性超微粒子及び反磁性超微粒子とを分散させたコロイド溶液を、微小カプセルに内包したものであることを特徴とする微小バルブである。

【0006】 これにより、弁体を構成する微小カプセル内に強磁性超微粒子と反磁性超微粒子とが分散されたコロイド溶液を内包しているので、磁場が印加されると強磁性超微粒子が磁極側に吸い寄せられ、反磁性超微粒子がその反対側に吸い寄せられ、微小弁体が球形状から楕円形状に変形する。そして、強磁性超微粒子と反磁性超微粒子とはその表面に例えば金をコーティングしておくことにより、分極特性が得られ、電場の印加によって溶液の見掛けの粘度又はずり応力が増強され、微小弁体の形状をその状態で固形化することができる。

【0007】 請求項5に記載の発明は、微細流路と、該流路中に設けられたバルブ室と、該バルブ室内に配置された電気分極性を有する強磁性超微粒子と反磁性超微粒子とを分散させたコロイド溶液を内包した微小カプセルからなる微小弁体と、該微小弁体の近傍に配置された磁場を調整可能な磁極と電場を調整可能な電極とを備え、前記磁場及び電場の調整により前記微小弁体を前記バルブ室に設けられた凹状部内に収納して前記流路を開放し、又前記微小弁体を前記流路中に拡大して前記流路を閉塞することを特徴とする微小バルブである。

【0008】 これにより、微細流路に凹部を備えたバルブ室を設け、微小弁体に磁場を与えて流路に沿って平行に長楕円形状に変形させ、電場を与えその形状のまま固形化することで、微小弁体を凹部内に収容し、バルブを開状態とすることができる。そして、微小弁体を与える磁場を調整して略球形とし、電場をかけて固形化することで微細流路の流量の調整を行える。更に、微小弁体に流路に対して垂直方向の磁場を与えることで、流路を閉塞するように垂直方向に楕円形状に変形させ、電場を付与することで固形化して、バルブを閉状態とすることができる。尚、超微粒子は $10\text{nm}$ 程度の極微細な微粒子であるので、係る微粒子を内包する微小カプセルにより、 $\mu\text{m}$ 又は $\text{nm}$ オーダの微細流路の開閉を行う開閉弁又は流量調整弁を提供することができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を図面

を参照して説明する。

【0010】図1は、本発明の実施の形態の微小弁体の構造を示す。例えば、鉄(Fe)等からなる強磁性超微粒子1と、例えばビスマス(Bi)等からなる反磁性超微粒子2とを界面活性剤を介して、例えばシリコンオイル等からなる絶縁性の液体3中に安定に分散させて人工コロイド溶液を作成する。そして、超微粒子1及び2の表面には予め金をコーティングして、電気分極性を持たせる。ここで、超微粒子はその直径が1~100nm程度、好ましくは10nm程度の微細粒子であり、例えば金属を真空中で加熱して蒸発させ、その蒸気をガスで当てることで凝縮することで、上述したサイズの微細な金属粒子を得ることができる。又、このような超微粒子は金属錯体の熱分解等により形成することもできる。

【0011】そして、このような超微粒子1、2を分散させた人工コロイド溶液を内包物として、微小カプセル4内に内包する。微小カプセル4の膜は、例えばシリコンゴム、アモルファスフッ素樹脂等からなり、耐摩耗性を有し、力が与えられると簡単に変形できるように作られている。この球形状の微小弁体のサイズは、 $\mu\text{m}$ 又はnmオーダーであり、その程度の微細サイズの内径を有する流路を閉塞するのに十分な大きさを有している。

【0012】図2は、磁場の印加によって微小カプセルの形状の変化を示す。磁極5を微小カプセル4の近傍に配置し、磁場を印加すると、微小カプセル4内の強磁性超微粒子1は吸引力を受け磁極5に接近する。一方で、反磁性超微粒子2は反発力を受け、磁極5から離れた方向に移動する。カプセル4は力を受けて容易に変形可能なものであるため、その結果、微小弁体は磁力線に沿って長楕円形状に変形することになる。その後、電極13を用いて電場を印加することで、カプセル4内に内包した超微粒子1、2が分極性を有するので、カプセル内の流体の見掛け上の粘度又はずり応力が増強され、変形した長楕円形状を固化化することができる。尚、電場の印加による微小弁体の固化化は、図1に示すような球形状の状態においても同様に適用できることは勿論である。

【0013】図3は、カプセルに内包する液体のずり応力に及ぼす磁場及び電場の影響を示すものである。図中の破線は磁場によるずり応力の変化を示し、磁場の増加と共にずり応力は増大する。そして、実線は電場の印加によるずり応力の変化を示し、電場の大きさが大きいほどずり応力が増大することを示している。従って、電場と磁場の相乗効果で、ずり応力を格段に大きくすることができ、これにより微小カプセルが変形可能な状態から固化化して流動状態が殆どなくなるように変化させることができる。微小カプセルのこのような性質に基づいて、磁場及び電場の調整を行うことで、微小カプセルの形状、向き、固化化の程度を任意に制御することができる。

【0014】図4乃至図6は、微小弁体の変形によるバルブの開閉状態を示す。図4はバルブの全開状態を示すもので、微小カプセル4からなる微小弁体10が長楕円形状となり、流路を開いた状態を示している。即ち、微細流路8には、バルブ室9が配置され、長楕円形状に変形した微小弁体10を収納する凹部9aが配置されている。そして、凹部9aの近傍には、微小弁体10を球形状化する又は楕円形状化する磁極11、12が備えられている。ここで磁極11、12は、それぞれ直交する方向の磁場を形成する。そして、バルブ室9の近傍には電極13が備えられ、これにより微小弁体10に電場を及ぼすことにより、微小弁体10の固化化の制御を行う。従って、図4に示す状態は、微小弁体10が主として磁極11による磁場を受けて長楕円形状化し、凹部9a内に収容され、且つ電極13による電場の影響を受け、固化化した状態を示す。これにより、流路8中の流体7はバルブが開状態であるので自由に流通する。そして、微小弁体10は磁極11の磁気的な吸引力を受け、バルブ室の凹部9a内に係止され、下流側に流出することはない。

【0015】図5は、微小弁体10が半分程度流路を塞ぎ、流量を調整する段階を示している。この場合には磁極11及び12により互いに直交する方向の磁場を微小弁体10に及ぼす。これにより、微小弁体10は図示するように変形する。そしてこの状態で電極13より電場を印加することによりカプセル4内に内包する液体の見掛けの粘度及びずり応力の変化によって固化化され、流路8中の流体7の圧力を受けるにも拘わらず、その形状をそのまま維持することで、流路8中の流体流量の調整を行うことができる。

【0016】図6は、微小弁体10が流路8を閉塞した、バルブの全閉状態を示す。この場合には、図5に示す状態から先ず電場を消滅させて微小弁体10を変形可能な状態とする。そして、次に磁極11による水平方向の磁場を消滅させ、磁極12による垂直方向の磁場を増強する。すると、微小弁体10は垂直方向に楕円形状化し、バルブ室9の上部に設けられた凹部9bに嵌合して流路8を閉塞する。そして、この状態で電極13から電場を印加することで、微小カプセル4内のずり応力を増大させ、微小弁体10を固化化する。従って、微小弁体10は流路8を完全に閉塞することになり、バルブを全閉した状態となる。

【0017】図7は、磁極の移動により微小弁体を移動することを示している。流路8は、分岐路8Aと8Bとを備えたマルチチャンネルのマイクロマシンの一部である。このようなマルチチャンネルにバルブを使うに際して、微小弁体10を配管8Aのバルブ室9Aから配管8Bのバルブ室9Bに移動することができる。この移動は、微小弁体10に係る電場をなくして微小カプセル4内を流動化した状態とし(変形可能な状態とし)、例え

ば磁極（図示しない）を微小弁体10に接近させて吸引しつつ、その磁極をバルブ室9Aからバルブ室9Bまで移動することにより、微小弁体10を磁極に従って移動することができる。これにより交換或いは修理等の際に、磁極の移動によって微小弁体を取り出したり又は入れ替えたりすることができる。

【0018】尚、上述の実施の形態においては、流路に凹部を設けたバルブ室内に変形可能な微小カプセルからなる微小弁体を配置する例について説明したが、バルブ室は図示する形状以外にも各種の形状が考えられる。又、カプセルに内包する超微粒子に分極特性を与えるために、金をコーティングする例について説明したが、その他の方法で分極特性を与えるようにしてもよい。このように本発明の趣旨を逸脱することなく種々の変形実施例が可能である。

【0019】

【発明の効果】上述した本発明によれば、磁場及び電場の印加によって変形可能な微細カプセルを用いることによって、微細流路を閉塞し、又開放し、又微細流路内の流体（気体、液体）の流量を任意に調整できる。又、磁極の移動によって微小弁体の位置移動が可能であり、これにより交換及び修理等が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の微小弁体の構成を示す図である。

【図2】磁場及び電場の印加による微小弁体の変形を示す図である。

【図3】磁場及び電場の相乗効果によるずり応力の変化を示す図である。

【図4】バルブの開状態を示す図である。

【図5】バルブの流量調整状態を示す図である。

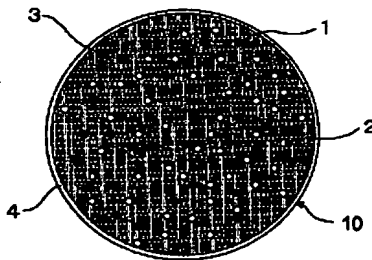
【図6】バルブの全閉状態を示す図である。

【図7】微小弁体の位置の移動を示す図である。

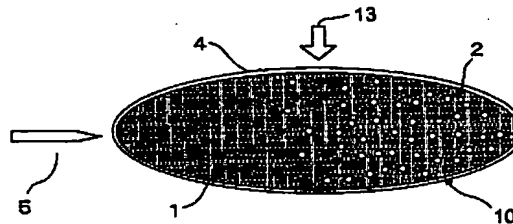
【符号の説明】

- |           |         |
|-----------|---------|
| 1         | 強磁性超微粒子 |
| 2         | 反磁性超微粒子 |
| 3         | 溶液      |
| 4         | 微小カプセル  |
| 5, 11, 12 | 磁極      |
| 8         | 微細流路    |
| 9         | バルブ室    |
| 10        | 微小弁体    |
| 13        | 電極      |

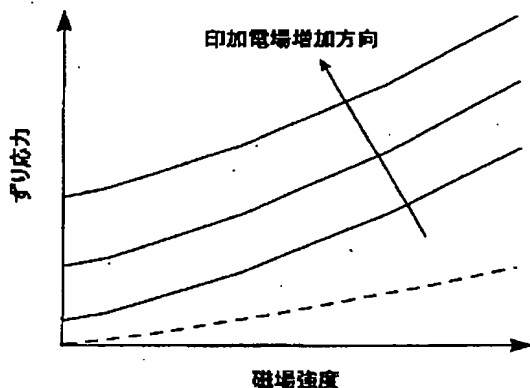
【図1】



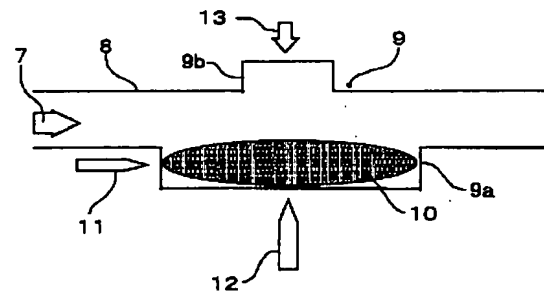
【図2】



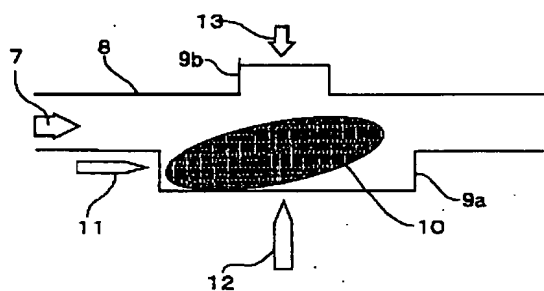
【図3】



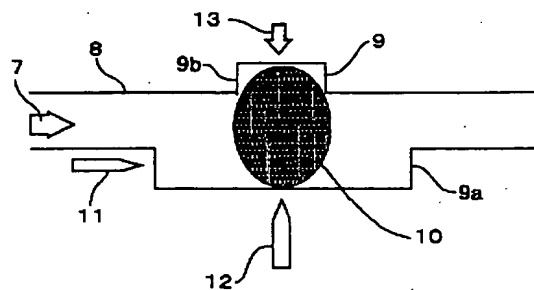
【図4】



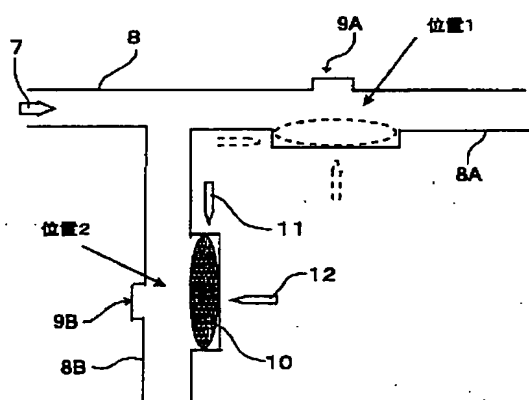
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松山 浩国  
神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
式会社荏原総合研究所内

Fターム(参考) 3H062 AA15 BB31 CC04 FF41 HH02  
HH03 HH10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**